

**VARIACIÓN ESPACIAL EN LA ABUNDANCIA DE *PALAEMONETES ARGENTINUS*
(DECAPODA) EN UNA LAGUNA PAMPEANA AFECTADA POR EFLUENTES
URBANO-INDUSTRIALES**

Altieri, Paula^{1,2}, Paredes del Puerto, Juan M.^{1,2}, Croci, Yasmín¹ y Rodrigues Capítulo, Alberto^{1,2}.

¹ Cátedra de Ecología de Poblaciones, FCNyM-UNLP; ² Instituto de Limnología de La Plata “Raúl
A. Ringuelet”

altieripaula@ilpla.edu.ar; jmparedesdelpuerto@gmail.com

RESUMEN

En el siguiente trabajo se estudió la variación de la abundancia espacial del camarón de agua dulce *Palaemonetes argentinus* en la laguna Las Perdices (35°29'S, 58° 50'O), considerando dos sitios de disturbio en la misma, los cuales corresponden a una descarga de una planta de residuos cloacales y a un efluente de una industria avícola. El muestreo se realizó en agosto del 2014 utilizando copos para estimar la abundancia del camarón en dos sitios control de la laguna de Monte, conectada a través de una compuerta con la anteriormente nombrada, y en seis sitios de la laguna Las Perdices, donde se midieron variables físico-químicas *in situ* y en laboratorio. La abundancia de esta especie en ambas lagunas fue significativamente diferente ($p=0,01$). En la laguna Las Perdices se hallaron diferencias en la abundancia entre los sitios sin disturbios y aquellos afectados por el efluente de la planta depuradora ($p=0,001$), en contraste con el sitio alterado por el efluente de la industria avícola, donde no se hallaron diferencias significativas en relación a los sitios no disturbados ($p=0,641$). Las variables que más explicaron la variación de la abundancia fueron el pH, la conductividad y la concentración de nitratos ($r=0,624$). En líneas generales se pudo observar y explicar, a través de los análisis estadísticos, una notable variación de la abundancia poblacional del camarón en relación a la presencia de disturbios y la distancia a los mismos, coincidiendo con estudios químicos y físicos previos sobre la laguna.

ABSTRACT

In this paper, the spatial abundance variation of the freshwater shrimp *Palaemonetes argentinus* in the shallow lake Las Perdices (35°29'S, 58° 50'O) was studied considering two disturbed points. One of them corresponds to a cloacal treatment plant discharge and the other corresponds to a poultry industry effluent. Sampling was done in August 2014 using strainers to estimate the abundance of freshwater shrimp in two control points of Monte shallow lake and six points of Las Perdices shallow lake (pond). Both water bodies are connected through a narrow gate.

Physicochemical variables were measured in situ and in lab. The abundance of this species in both lakes was significantly different ($p=0.01$). Significant differences were found among undisturbed points and affected points by the cloacal treatment plant discharge ($p=0.001$), unlike the point affected by the effluent from the poultry industry, with no significant differences in relation to sites undisturbed ($p=0.641$). The variables that most explained variation in abundance were pH, conductivity and nitrate concentration ($r_s=0.624$). It was observed and explained through statistical analysis, a significant variation in population abundance of freshwater shrimp in relation to the presence of disturbances and the distance to them, these results coinciding with previous physicochemical studies in this shallow lake.

Introducción

Los cuerpos de agua dulce son sistemas ecológicos complejos que suelen estar afectados por las diferentes actividades humanas. En la ecorregión pampeana los tradicionales modelos agropecuarios en conjunto con el avance de la urbanización han generado una creciente presión sobre los ecosistemas acuáticos, afectando su dinámica y estabilidad (Paul y Meyer, 2001; Abell *et al.*, 2008).

Dentro de los representantes de la biota que pueden hallarse en la mayoría de las lagunas del sureste de la provincia de Buenos Aires se destaca el camarón de agua dulce *Palaemonetes argentinus* Nobili, 1901 (Decapoda: Palaemonidae). En estos ecosistemas acuáticos los adultos cumplen un rol muy importante como predadores del zooplancton (González Sagrario *et al.*, 2003) y representan uno de los ítems alimentarios principales para otros organismos como peces y aves acuáticas (Escalante, 1982; Collins y Montagna, 2006), desempeñando un papel ecológico clave en las cadenas tróficas, así como en el ciclo de nutrientes de las lagunas de esta región (Rodrigues Capítulo y Freyre, 1989).

Estudios realizados sobre la calidad del agua y sedimentos de las lagunas de Monte y Las Perdices, provincia de Buenos Aires, hallaron grandes diferencias entre ambos cuerpos lacustres (Dangavs, 2010; Dangavs y Pierrard, 2013). El agua de la laguna de Monte fue caracterizada como bien oxigenada, límpida e inodora en líneas generales (Dangavs y Pierrard, 2013). Por lo contrario, la laguna Las Perdices ha presentado un mayor grado de contaminación, relacionada con la presencia de descargas industriales y de efluentes cloacales provenientes de la planta depuradora de la ciudad de Monte (Dangavs, 2010). A partir de esto, en el siguiente trabajo se consideró a la laguna de Monte como cuerpo de agua de referencia en comparación con la laguna de Las Perdices, que presentaría un mayor impacto antrópico.

Los objetivos del siguiente trabajo fueron comparar la abundancia poblacional de *P. argentinus* en ambas lagunas, estudiar la variación espacial de la abundancia del camarón en la laguna Las Perdices considerando dos sitios de disturbio, los cuales corresponden a una descarga de residuos cloacales y a un efluente de una industria avícola, y por último relacionar las variables físicas y químicas del agua con la variación de su abundancia poblacional.

Materiales y métodos

Las lagunas de Monte ($35^{\circ}27'33''\text{S}$; $58^{\circ}48'11''\text{O}$) y Las Perdices ($35^{\circ}29'30''\text{S}$; $58^{\circ}49'20''\text{O}$) forman parte de la cuenca del Río Salado y se encuentran al suroeste de la localidad de San Miguel del Monte, provincia de Buenos Aires, Argentina (Fig. 1). La primera presenta un área de 655 ha, una profundidad máxima de 2,3 m y su único afluente permanente es el arroyo El Totoral. Por otra parte Las Perdices tiene un área de 1200 ha, una profundidad máxima de 1,5 m y recibe agua de la laguna de Monte por el noreste mediante una compuerta y por el noroeste del arroyo La California (Dangavs, 2010). Este sistema desemboca en el río Salado luego de una serie de lagunas encadenadas (Quaini *et al.*, 2008).

A partir de la presencia de dos puntos de disturbio en la laguna Las Perdices, se establecieron los sitios de muestreo en áreas vegetadas (principalmente *Schoenoplectus californicus*) de ambas lagunas. Dos puntos de muestreo fueron tomados sobre los efluentes causantes del disturbio, cuatro en la laguna Las Perdices y dos sitios control en la laguna de Monte (Figura 1).

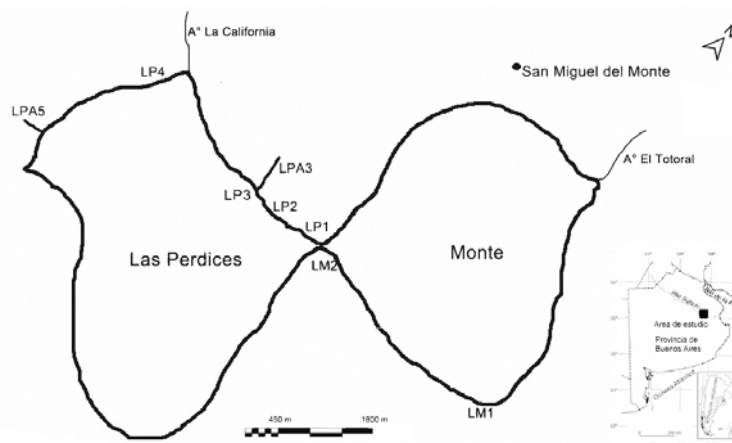


Figura 1: Área de estudio y sitios de muestreo en las lagunas de Monte (LM) y Las Perdices (LP). Sitios sobre los efluentes: LPA3 en el efluente de planta depuradora y LPA5 en el efluente de industria avícola. Sitios en la laguna Las Perdices: LP1: compuerta, LP2: entre la compuerta y LPA3 LP3: en el efluente 1, LP4: entre LPA3 y el LPA5. Sitios control en laguna de Monte: LM1, LM2.

El muestreo se realizó en agosto de 2014. En cada sitio seleccionado se tomaron tres réplicas que consistieron en un arrastre de copo, de 1 mm de apertura de malla, a lo largo de 1 m paralelo a la orilla. Los ejemplares fueron aislados del resto del material y fijados en alcohol al 70% V/V para luego ser contabilizados en laboratorio. Se midieron *in situ* el oxígeno disuelto (OD en mg/L), la temperatura (°C), conductividad del agua (mS/cm) y el pH con un sensor multiparamétrico (Horiba U-50), y la transparencia (cm) con disco de Secchi. En cada sitio se tomaron muestras de agua para el análisis químico de nutrientes (amonio, nitratos, nitritos y fosfatos) y para las demandas bioquímica y química de oxígeno (DBO₅, DQO) (APHA, 1995).

Se estimaron las abundancias de cada sitio y se realizaron pruebas de U de Mann-Whitney con el fin de comparar la abundancia del camarón de la laguna de Monte con la de la laguna Las Perdices y la abundancia de los sitios disturbados con los no disturbados de esta última. Con el objetivo de relacionar la variación de la abundancia con las variables físico-químicas se llevó a cabo un análisis de componentes principales y un análisis de BIO-ENV (Clarke y Warwick, 2001), en el cual se utilizó una matriz de similitud de Bray-Curtis y el coeficiente de Spearman (rs). Los datos fueron transformados con $\log_{10}(x+1)$.

Resultados

Los valores de las abundancias de *Palaemonetes argentinus* se muestran en la Figura 2. A partir de los análisis de las pruebas de U de Mann-Withney, se halló que su abundancia fue significativamente mayor en la laguna de Monte ($p=0,010$) en comparación con la laguna Las Perdices. Por otra parte, en esta última, los sitios de referencia (LP1, LP2, LP3 y LP4) presentaron diferencias significativas en la abundancia en comparación con los sitios afectados por el efluente de la planta depuradora (LPA3 y LP3; $p=0,001$) mientras que no mostraron diferencias significativas en relación al sitio afectado por el efluente de la industria avícola (LPA5; $p=0,641$).

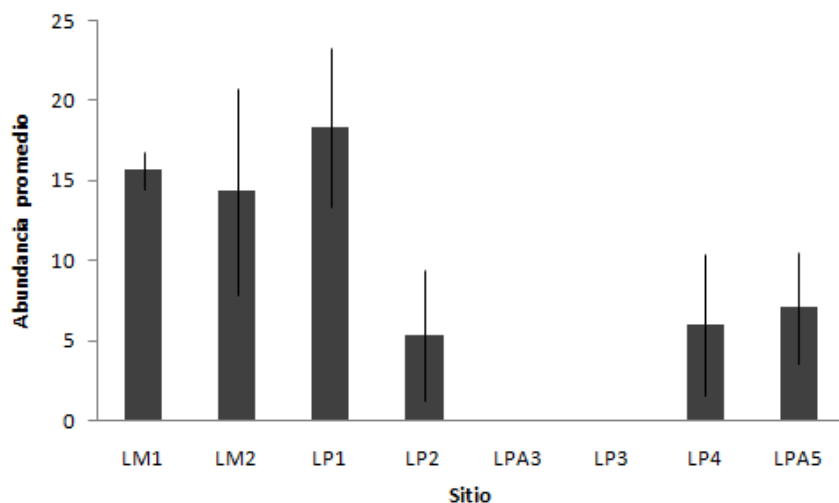


Figura 2: Abundancia promedio de *Palaemonetes argentinus* en las lagunas Las Perdices y Monte en cada sitio de muestreo.

Una síntesis de los valores de los parámetros físico-químicos registrados pueden observarse en la tabla 1. Cabe señalar que los menores niveles de oxígeno disuelto y los mayores valores de conductividad y DQO en correspondieron con el efluente de la planta depuradora (LPA3). Los mayores niveles de oxígeno disuelto y menores valores de conductividad se observaron en LP1, LM1 y LM2.

Tabla 1: Variables físico-químicas de los sitios estudiados.

| Variables | LM1 | LM2 | LP1 | LP2 | LPA3 | LP3 | LP4 | LPA5 |
|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| pH | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 7 |
| Conductividad (mS/cm) | 0,47 | 0,59 | 0,5 | 0,64 | 2,12 | 1,05 | 1 | 0,64 |
| Temp (°C) | 17,3 | 17,6 | 15 | 16,8 | 16,4 | 17,4 | 18,51 | 16,5 |
| Disco de Secchi (cm) | 31 | 23 | 41 | 23 | 12 | 18 | 15 | 15 |
| Oxígeno disuelto mg/L | 16,0 | 15,7 | 18,1 | 8,9 | 5,8 | 11,3 | 11,2 | 14,9 |
| P-PO₄ (mg P/L) | 0,203 | 0,232 | 0,095 | 0,169 | 0,520 | 0,173 | 0,044 | 0,476 |
| N-NO₃ (mg N/L) | 0,149 | 0,135 | 0,017 | 0,008 | 0,012 | 0,174 | 0,025 | 0,024 |
| N-NO₂ (mg N/L) | 0,003 | 0,063 | 0,003 | <0,001 | 0,001 | 0,075 | 0,001 | 0,01 |
| N-NH₄ (mg N/L) | 1,399 | 1,69 | 0,011 | 0,012 | 1,656 | 1,28 | 0,077 | 0,219 |
| DBO (mg O₂/L) | 8 | 11 | 8 | 9 | 10 | 9 | 2 | 2 |
| DQO (mg O₂/L) | 120 | 150 | 160 | 126 | 264 | 185 | 197 | 105 |

A partir del análisis estadístico de BIO-ENV se observó que las variables físico-químicas que más se relacionaron con la variación de la abundancia fueron el pH, la conductividad y los NO_3^- ($r_s=0,624$). Sin embargo, analizando los demás valores de correlación, se puede observar que no existen grandes variaciones a medida que se permutan las variables. De esta manera, todas las variables analizadas estarían explicando de manera similar la variación del camarón entre los sitios estudiados (Tabla 2).

Tabla 2: Valores del análisis con BIOENV.

| N° de variables | Correlación | Variables |
|-----------------|-------------|---|
| 3 | 0,624 | pH, Cond, N- NO_3 |
| 5 | 0,623 | pH, Secchi, OD, N- NH_4 , DQO |
| 5 | 0,617 | pH, Cond, OD, N- NH_4 , DQO |
| 4 | 0,616 | pH, OD, N- NH_4 , DQO |
| 5 | 0,616 | pH, OD, N- NO_2 , N- NH_4 , DQO |

A partir del PCA (Fig. 3) se puede observar la disposición de los sitios en tres grupos. La agrupación de los sitios LM1, LM2, LP1 y LP2 se relacionó positivamente con el disco de Secchi, OD y DBO y negativamente con la conductividad y el pH. Los sitios LP4 y LPA5 se relacionaron positivamente con el pH y el OD y negativamente con la DBO. Por último se observó una asociación entre LP3 y LPA3 explicada positivamente por el amonio, DBO, conductividad y pH y negativamente por la transparencia y el OD.

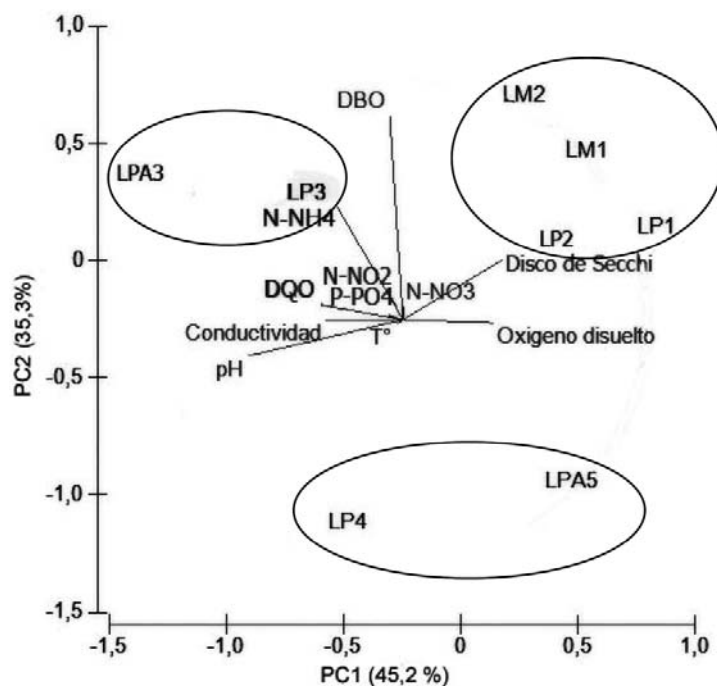


Figura 3: Gráfico obtenido a partir del análisis de componentes principales.

Conclusiones y discusión

Estudios previos sobre *Palaemonetes argentinus* han demostrado la sensibilidad de esta especie a diferentes factores de estrés. Rodrigues Capítulo (1981; 1984a; 1984b) estudió los efectos del arsénico y detergentes aniónicos sobre individuos de la especie, hallando una relación directa entre la mortalidad y la concentración de los contaminantes y la relación entre el consumo de oxígeno y el tiempo de exposición a los mismos. Montagna (2009) arribó a conclusiones similares exponiendo a los camarones a agroquímicos de diferente naturaleza.

En base a los resultados obtenidos se puede decir que la mayor abundancia poblacional de *P. argentinus* hallada en la laguna de Monte responde a una mejor calidad del agua coincidiendo con estudios físico-químicos realizados por Dangavs (2010) y Dangavs y Pierrad (2013).

En lo que respecta a la laguna Las Perdices, la ausencia del camarón y la disminución de su abundancia en los sitios cercanos al efluente de la planta depuradora, se relacionaron con los valores mínimos de OD y máximos de conductividad, pH y amonio, variables que demostraron estar correlacionadas en gran medida con la variación de la abundancia en toda la laguna. Así, se podría decir que la alteración en el ambiente por parte de este efluente afectaría las condiciones para el desarrollo de la especie. El registro de niveles normales de amonio, OD y conductividad en

conjunto con altos niveles de fósforo, podría explicar el aumento de la abundancia en el sitio correspondiente a la descarga de la industria avícola, el cual podría deberse al incremento de la cantidad de alimento disponible para el camarón, producto del aporte de materia orgánica al sistema, que desencadenaría un mayor desarrollo del plancton (Hynes, 1971).

De esta manera la variación hallada en la abundancia poblacional del camarón en relación a la presencia de disturbios y la distancia a los mismos indicaría la sensibilidad de *P. argentinus* frente a cambios en el ambiente coincidiendo con Barbour *et al.* (1999), en la categorización de dicho camarón como un organismo medianamente sensible a los disturbios ambientales.

Por último se puede concluir que puede ser una especie a considerar en estudios que involucren bioindicadores, sobre todo en ambientes acuáticos meso-eutróficos, característicos de la ecorregión pampeana.

Agradecimientos

A Jorge Donadelli y todo el plantel docente y alumnado de la cursada de la Cátedra de Ecología de Poblaciones correspondiente al ciclo lectivo 2014.

Bibliografía

- Abell, R., Thieme, M.L., Revenga, C., Bryer, M., Kottelat, M., Bogutskaya, N., Coad, B., Mandrak, N., Contreras, S.B., Bussing, W., Stiasny, M L. J., Skelton, P., Allen. G. R., Unmack, P., Naseka, A., Ng, R., Sindo, N., Robertson, J., Armijo, E., Higgins, J.V., Heibel, T. J., Wikramanayake, E., Olson, D., Lopez, H. L., Reis, R. E., Lundberg, J. G., SabajPerez, M. H., Petry, P. 2008. Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *Bioscience*, 58 (5): 403-414.
- APHA, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th Edition. Ed. APHA
- Barbour, M., Gerritsen, J., Snyder, B., Stribling, J., 1999. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. 2nd Ed. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D. C. Apéndice B: 12, 13.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2nd Ed. PRIMER-E, Plymouth.

- Collins, P., Montagna, M., 2006. Riesgos y áreas potenciales para la acuicultura de crustáceos en Entre Ríos (Argentina). IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA, 1-7.
- Dangavs, N., 2010. Geología ambiental de la laguna de las Perdices, Monte, Buenos Aires, Argentina. Asociación de Universidades Grupo Montevideo. AUGMDOMUS, 1: 67-104.
- Dangavs, N., Pierrard, L., 2013. Paleolimnología de la Laguna del Monte, San Miguel del Monte, provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 70: 128-143.
- Escalante A.H., 1982. Contribución al conocimiento de las relaciones tróficas de peces de agua dulce del área platense. I. *Astyanax eigenmanniorum* (Osteichthyes Tetragonopteridae). Limnobiós, 2: 275-353.
- González Sagrario, M., Balseiro, E., 2003. Indirect enhancement of large zooplankton by consumption of predacious macroinvertebrates by littoral fish. Archiv für Hydrobiologie, 158: 551-574.
- Hynes, H.B.N., 1971. The biology of polluted waters. University of Toronto. p. 202.
- Quaini, K., Solari, L., Ruiz, G., 2008. Fitoplancton de una laguna pampásica (San Miguel del Monte, Buenos Aires, Argentina): variación espacio-temporal de los grupos funcionales. Biología Acuática, 24: 157-164.
- Montagna, M.C., 2008. Toxicidad de Agroquímicos sobre Especies Acuáticas Autóctonas: Crustáceos Decápodos. Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral, p 224.
- Paul, M. J., Meyer, J. L., 2001. Riverine ecosystems in an urban landscape. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, 32: 333-365.
- Rodrigues Capítulo, A., 1981. Efecto de los contaminantes industriales en el metabolismo energético del camarón de agua dulce *Palaemonetes argentinus* (Nobili, 1901). Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Naturales, Universidad Nacional de La Plata, p 136.
- Rodrigues Capítulo, A., 1984a. Efecto de los detergentes aniónicos sobre la supervivencia y tasa de metabolismo energético de *Palaemonetes argentinus* Nobili (Decapoda Natantia). Limnobiós, 2: 549-555. ISSN 0325-7592
- Rodrigues Capítulo, A., 1984b. Incidencia del arsénico en parámetros biológicos de *Palaemonetes argentinus* Nobili (Decapoda Natantia). Limnobiós, 2: 609-612. ISSN 0325-7592
- Rodrigues Capítulo, A., Freyre, L., 1989. Demografía de *Palaemonetes* (*Palaemonetes*) *argentinus* Nobili (Decapoda Natantia). Limnobiós, 2: 744-756.